

Cathode with solid element.

Patent Number: EP0560436
Publication date: 1993-09-15
Inventor(s): GAERTNER GEORG DR (DE); LYDTIN HANS DR (DE)
Applicant(s): PHILIPS PATENTVERWALTUNG (DE); PHILIPS NV (NL)
Requested Patent: ☐ EP0560436, B1
Application Number: EP19930200613 19930304
Priority Number(s): DE19924207220 19920307
IPC Classification: H01J1/14 ; H01J1/28
EC Classification: H01J1/14, H01J1/28
Equivalents: ☐ DE4207220, ☐ JP6028968 *

Abstract

The invention relates to a cathode having a solid element (4) which contains metallic components and oxidic components. High emission flow densities with a long life are achieved, even at low operating temperatures, in that the structure of the components and the volume ratio v_m of the metallic components relative to the total volume of the solid element is selected in such a manner that the resistivity ρ has a value in the range $\rho_o \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^{-2}$, ρ_o and ρ_m being the resistivities, defined at 20 DEG C of the pure oxidic components and of the pure metallic components

respectively.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

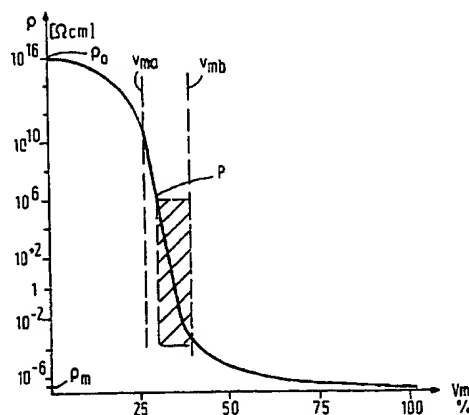
(11) Veröffentlichungsnummer: **0 560 436 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(21) Anmeldenummer: **93200613.3**(51) Int. Cl.⁵: **H01J 1/14, H01J 1/28**(22) Anmeldetag: **04.03.93**(30) Priorität: **07.03.92 DE 4207220**(84) **FR GB**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.09.93 Patentblatt 93/37(72) Erfinder: **Gärtner, Georg, Dr.**
Philips Patentverwaltung
GmbH, Wendenstrasse 35
W-2000 Hamburg 1 (DE)
Erfinder: **Lydtin, Hans, Dr.**
Philips Patentverwaltung
GmbH, Wendenstrasse 35
W-2000 Hamburg 1 (DE)(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB(71) Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH**
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)(84) **DE**(71) Anmelder: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken**
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)(74) Vertreter: **Koch, Ingo, Dr.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH,
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)(54) **Kathode mit einem Festkörperelement.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kathode mit einem Festkörperelement (4), welches metallische Bestandteile sowie oxidische Bestandteile enthält.

Auch bei niedrigen Betriebstemperaturen werden dadurch hohe Emissionsstromdichten bei hoher Lebensdauer erreicht, daß die Struktur der Bestandteile und das Volumenverhältnis v_m der metallischen Bestandteile relativ zum Gesamtvolumen des Festkörperelements derart gewählt sind, daß der spezifische Widerstand ρ einen Wert im Bereich $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$ hat, wobei ρ_0 bzw. ρ_m die bei 20 °C bestimmten spezifischen Widerstände der reinen oxidischen Bestandteile bzw. der reinen metallischen Bestandteile sind.

**Fig.2****EP 0 560 436 A1**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kathode mit einem Festkörperelement, welches metallische Bestandteile sowie oxidische Bestandteile enthält.

Nachlieferungskathoden bestehen aus einer porösen Metallmatrix mit mehr als 70% Metall-Volumenanteil, wodurch eine gute elektrische Leitfähigkeit erhalten wird, sowie eine Oxidkomponente wie z.B. Erdalkalioxide BaO oder CaO oder $4\text{BaO} \cdot \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, die sich in den Poren der Metallmatrix oder in einem Vorratsbereich befindet. Bei Betrieb einer solchen Kathode bei 900 bis 1000 °C bilden sich atomare Filme, bestehend aus dem im Oxid enthaltenden Metall/en (Ba) und atomarem Sauerstoff (O) auf der Metall-Kathodenoberfläche (W) aus und sorgen für eine niedrige Austrittsarbeit. Bekannte Kathoden dieser Art sind die I-Kathode (vgl. EP-A 0333 369) und die Scandat-Kathode (vgl. EP-A 0442 163). Derartige Kathoden weisen die eingangs genannten Merkmale auf.

Bei Betriebstemperaturen zwischen 900 °C und 1000 °C werden Sättigungsstromdichten zwischen 10 und 150 A/cm² erreicht. Solche Kathoden erfordern relativ hohe Heiztemperaturen, die zu Lebensdauerbegrenzung infolge Zerstörung der W-Heizwendel führen.

Oxidkathoden (vgl. EP-A 0395 157) bestehen aus einer relativ dicken porösen Oxidschicht aus Erdalkalioxiden (beispielsweise BaO.SrO) und weiteren Oxiddotierungen (beispielsweise Sc_2O_3 , Eu_2O_3) auf einem Metallträger wie Nickel. Sie erlauben deutlich niedrigere Betriebstemperaturen von ca. 730 bis 850 °C mit Emissionsstromdichten von 10 bis 50 A/cm², allerdings nur im μsec -Bereich. Auf Grund der 50 A/cm², allerdings nur im μsec -Bereich. Auf Grund der geringen elektrischen Leitfähigkeit der Oxidkomponenten ist die Dauerbelastbarkeit auf 1-3 A/cm² begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Festkörperelement der eingangs genannten Art derart zu gestalten, daß sich auch bei niedrigen Betriebstemperaturen hohe Emissionsstromdichten bei hoher Lebensdauer ergeben.

Die Lösung gelingt dadurch, daß die Struktur der Bestandteile und das Volumenverhältnis v_m der metallischen Bestandteile relativ zum Gesamtvolumen des Festkörperelements derart gewählt sind, daß der spezifische Widerstand ρ einen Wert im Bereich $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$ hat, wobei ρ_0 bzw. ρ_m die bei 20 °C bestimmten spezifischen Widerstände der reinen oxidischen Bestandteile bzw. der reinen metallischen Bestandteile sind.

Der Begriff "Perkolation" wird im Zusammenhang mit dem Verhalten granularer Metalle in "Adv. Physics 24 (1975), Seite 424 ff, verwendet.

Der spezifische elektrische Widerstand ρ eines erfindungsgemäßen Festkörperelements hat einen Wert im Bereich der sogenannten Perkolationsschwelle. Kathoden mit erfindungsgemäßen Festkörperelementen können deshalb als Perkolkationskathoden bezeichnet werden.

Im Bereich der Perkolationsschwelle einer aus metallischen und oxidischen feinen Partikeln gebildeten Materialzusammensetzung wechselt die metallische zur oxidischen Leitfähigkeit. In Abhängigkeit vom prozentualen Volumenanteil des Metalls (v_m) des Festkörperelements ändert sich der spezifische Widerstand ρ im Bereich zwischen $v_m = 0$ bis $v_m = 1$ mit einem typisch S-förmigen Verlauf, wobei der Bereich der Perkolationsschwelle durch den steilen Kennlinienbereich bei mittleren Werten von v_m definiert ist. Dieser Bereich kann auch durch $d^2 \log \rho / d v_m^2 = 0$ und $d^3 \log \rho / d v_m^3 < 0$ mathematisch eingegrenzt werden. In diesem Bereich liegt der spezifische Widerstand ρ zwischen $\rho_0 10^{-4}$ und $\rho_m 10^2$, vorzugsweise im Bereich zwischen $10^3 \Omega \text{cm}$ und $10^{-3} \Omega \text{cm}$. Zur näheren Erläuterung des erfindungsgemäß vorzusehenden Bereichs wird auf Fig. 2 Bezug genommen. Dort ist der spezifische elektrische Widerstand ρ (gemessen bei Raumtemperatur) eines aus BaO- und W-Partikeln der mittleren Größe 30 nm zusammengesetzten Festkörpers in logarithmischem Maßstab in Abhängigkeit des prozentualen Metallvolumenanteils v_m dargestellt. Im Bereich $v_m = 0$ ergibt sich der hohe spezifische Widerstand ρ_0 eines BaO-Festkörpers, im Bereich $v_m = 100\%$ der spezifische Widerstand ρ_m von Wolfram. Im Bereich $0 < v_m < v_{ma}$ wird ein oxidisches, im Bereich $v_{mb} < v_m < 100\%$ ein metallisches Leitverhalten festgestellt. Ein Mischverhalten ergibt sich im Bereich $v_{ma} < v_m < v_{mb}$ der Perkolationsschwelle. Im steilen Kennlinienbereich p zwischen den Grenzwerten v_{ma} und v_{mb} ist die relative Volumenzusammensetzung eines erfindungsgemäßen Festkörperelements gewählt, wobei Volumenanteile im schraffierten Bereich für Kathoden besonders günstig sind. Für diesen schraffierten Bereich gilt in etwa als zusätzliche Bedingung, daß $d^4 \log \rho / d v_m^4$ positiv ist. Die Grenzwerte v_{ma} und v_{mb} können den Bereich von $v_m = 20\%$ bis $v_m = 80\%$ einschließen. Die Steilheit der Kennlinie P hängt in starkem Maße von der Struktur des erfindungsgemäßen Festkörperelements ab, nämlich von der Größe der metallischen und/oder oxidischen Partikel sowie von der Homogenität ihrer Verteilung. Eine vorteilhafte Ausführung ist dadurch gekennzeichnet, daß der oxidische Volumenanteil größer als der metallische ist. Partikel im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Teilchen, die separat gebildet (Laserablation, Sputtern von einem Target) und zu einem Festkörperelement verbunden wurden, oder auch Körner, die auf einem Substrat durch chemischen Niederschlag aus der Dampfphase (CVD) gebildet wurden. Ferner können zwischen CVD-Körnern auch separat gebildete weitere Teilchen eingemischt

werden (vgl. EP-A 0442 163), so daß beispielsweise dem Substrat über einen Gasstrom zugeführte BaO-Partikel in eine per CVD auf dem Substrat gebildete Wolfram-Matrix eingelagert werden.

Erfindungsgemäße Festkörperelemente bestehen aus feinen und homogen gemischten Strukturen individueller chemisch verschiedenartiger Festkörperelemente, wobei ein räumliches Netzwerk metallischer Partikel in ein räumliches Netzwerk oxidischer Bestandteile oder umgekehrt verschachtelt ist und gegebenenfalls Tunnelstromstrecken mit einbezogen werden. Weiterhin können auch sowohl die oxidischen als auch die metallischen Bestandteile als Partikel bzw. Körner vorliegen.

Besonders hohe Emissionsstromdichten werden dadurch erreicht, daß die metallischen Bestandteile oder die oxidischen Bestandteile in Form von Partikeln im jeweils anderen Bestandteil derart homogen verteilt sind, daß sich in Volumenbereichen der Größe $(20\bar{d})^3$ die Anzahl der Partikel um weniger als $\pm 20\%$ von dem entsprechenden Volumenanteil im gesamten Festkörperelement unterscheidet, wobei \bar{d} der mittlere Durchmesser der Partikel ist. Große lokale Agglomerationen von Partikeln sind dabei zu vermeiden.

Das erfindungsgemäße Festkörperelement ist vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Partikel so angeordnet sind, daß - gegebenenfalls über Tunnelstrecken - Bahnen mit metallischer Leitfähigkeit durch das oxidische Geflecht bestehen.

Hochbelastbare Kathoden wurden auch dadurch erhalten, daß der mittlere Durchmesser \bar{d} der Partikel kleiner als 800 nm, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 100 nm und insbesondere im Bereich von 1 bis 20 nm gewählt ist.

Bei kleinen Partikelabmessungen lassen sich erfindungsgemäße Festkörperelemente besonders zuverlässig mit den gewünschten Perkolationseigenschaften herstellen. Die Festkörpereigenschaften (beispielsweise elektrischer Widerstand) sind bei inniger Durchmischung der Partikel ausreichend isotrop.

Bei einer Dimensionierung außerhalb des in Figur 2 schraffierten Bereichs ist es vorteilhaft, daß der spezifische elektrische Widerstand ρ im Bereich von 10^2 bis $10^{12} \Omega \text{cm}$ eingestellt ist und daß der mittlere Durchmesser \bar{d} der Partikel im Bereich von 0,5 bis 4 nm gewählt ist.

Die gewünschten Daten können bei gleichzeitig wirtschaftlicher Herstellungsmöglichkeit vorteilhaft dadurch erreicht werden, daß die Durchmesser \bar{d} der Partikel monomodal verteilt sind und eine Halbwertsbreite von $\leq 50\%$ und den Mittelwert \bar{d} besitzen.

Gemäß einer bevorzugten Lösung ist vorgesehen, daß sowohl die metallischen als auch die oxidischen Bestandteile in Form von Partikeln vorliegen, wobei der mittlere Durchmesser \bar{d}_1 der Partikel des einen Bestandteils kleiner als etwa 100 nm und die mittleren Durchmesser \bar{d}_2 der Körper der Partikel des anderen Bestandteils kleiner als das 10-fache des Wertes \bar{d}_1 gewählt sind, und daß die Partikel beider Bestandteile derart homogen verteilt sind, daß in einem Volumenbereich der Größe $(20\bar{d}_2)^3$ die Anzahlen der Partikel eines jeden Bestandteils um weniger als $\pm 20\%$ vom entsprechenden Volumenanteil im gesamten Festkörperelement abweichen.

Dann liegt ein insgesamt granularer Festkörper vor, welcher insbesondere dann, wenn die Durchmesser sämtlicher Partikel im Bereich von 0,5 bis 100 nm liegen, besonders isotrope Festkörpereigenschaften aufweist, dessen Eigenschaften auch bei einer Serienfertigung mit geringer Streubreite eingehalten werden können.

Mit erfindungsgemäßen Festkörperelementen aufgebaute Perkulationskathoden sind höher belastbar als Oxidkathoden, wobei niedrigere Betriebstemperaturen als bei Nachlieferungskathoden benötigt werden.

Folgende Materialkombinationen sind besonders geeignet:

Oxidischer Anteil				Metallischer Anteil		
BaO	CaO	Al ₂ O ₃	Sc ₂ O ₃	W	Ni, Ni Re Pt	Mg
BaO	SrO			W,		
BaO	SrO	Sc ₂ O ₃		W		
ThO ₂				W*		
La ₂ O ₃				Mo*		

*: Eine Beimischung von W₂C bzw. Mo₂ zu W bzw. Mo kann vorteilhaft sein.

Erfindungsgemäße Festkörperelemente erfordern nur relativ niedrige Betriebstemperaturen im Bereich von 730 bis 850 °C. Da weder ein Hochtemperatur-Imprägnierschritt bei Temperaturen von mehr als 1500 °C noch eine längere Aktivierung bei Temperaturen von etwa 1100 °C notwendig sind, bleibt die Struktur eines erfindungsgemäß strukturierten Festkörperelements weitgehend stabil, auch wenn Komponenten verwendet werden, deren feste Löslichkeit ineinander nicht vernachlässigbar ist.

Ein erfindungsgemäßes Festkörperelement kann durch direkten Stromdurchgang beheizt werden. Eine solche Lösung ist vorteilhaft dadurch gekennzeichnet, daß die Anteile und/oder die Partikelgrößen der oxidischen (negativer Temperaturkoeffizient) und/oder metallischen (positiver Temperaturkoeffizient) Bestandteile derart gewählt sind, daß sich der spezifische Widerstand im Bereich von Raumtemperatur bis Betriebstemperatur um weniger als 5%, vorzugsweise 1%, ändert. Das hat den Vorteil, daß bei direkter Heizung des Festkörperelements Heizstrom und - Spannung beim Aufheizen auf eine bestimmte Betriebstemperatur nicht oder nur unwesentlich nachgeregelt werden müssen.

Festkörperelemente gemäß der Erfindung sind in beliebiger bekannter Weise herstellbar. Beispielsweise geeignete Verfahren sind in EP-A 0442 163 oder in EP-A 0333 369 beschrieben.

Die vorteilhaften Eigenschaften eines erfindungsgemäßen Festkörperelements werden nicht nur bei kompaktem und 100% dichtem Aufbau erreicht. Eine Porosität bis etwa 20% ist sogar vorteilhaft, weil dadurch die Nachlieferung der emittierenden Filmkomponenten zur Oberfläche erleichtert wird. Die elektrische Leitfähigkeit ist dennoch nur unwesentlich durch Elektronengas-Leitung, sondern nahezu ausschließlich durch die Perkulationsstruktur bestimmt.

Die Erfindung wird anhand der Beschreibung von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Figur 1 zeigt den Prinzipaufbau einer Kathode mit einem erfindungsgemäßen Festkörperelement

Figur 2 zeigt den spezifischen Widerstand ρ in Abhängigkeit des prozentualen Volumenanteils v_m metallischer Bestandteile einer nanostrukturierten, aus metallischen und oxidischen Bestandteilen bestehenden Festkörpers.

Figur 3 zeigt den Strukturaufbau eines Volumenelements des Festkörperelements nach Figur 1.

Figur 4 zeigt einen alternativen Strukturaufbau für ein Festkörperelement nach Fig. 1.

Die in Figur 1 im Querschnitt angedeutete Perkulationskathode besteht aus einer Wolfram-Heizwendel 1, einer Molybdän-Heizkappe 2, einer Metallbasis 3 aus Wolfram oder Nickel und einem erfindungsgemäß strukturierten Festkörperelement 4, dessen spezifischer elektrischer Widerstand ρ im Bereich der Perkulationsschwelle auf dem Kennlinienast P nach Figur 2 liegt.

Ein Volumenelement des Festkörperelements 4 ist in Figur 3 im Querschnitt stark vergrößert dargestellt. Man erkennt einen relativ kompakten Aufbau aus miteinander verbundenen Partikeln bei niedrigem Porenanteil von etwa 10 Vol%. Die metallischen Partikel 5 (schraffiert) bestehen aus Wolfram (28 Vol.%). Die oxidischen Partikel 6 (eng schraffiert) bestehen aus Scandiumoxid Sc_2O_3 (2 Vol.%), während die oxidischen Partikel 7 (nicht schraffiert) aus Bariumoxid/Strontiumoxid (BaO/SrO) bestehen mit einem Anteil von 60 Vol.% am Gesamtvolumen. Der mittlere Durchmesser der Partikel 5, 6 und 7 beträgt $\bar{d} = 3 \text{ nm}$.

Bei einer Betriebstemperatur von 730°C , einem Umgebungsdruck von 10^{-8} Torr wurde eine Pulsemmission (5 μsec) von 25 A/cm^2 erreicht. Als Dauerbelastung waren 10 A/cm^2 im raumladungsbeschränkten Bereich möglich, also trotz niedriger Betriebstemperatur 4-fach höhere Werte als bei Oxidkathoden.

Bei einer Betriebstemperatur von 880°C wurden Puls-Emissionsstromdichten von mehr als 160 A/cm^2 und Dauerlasten von 20 A/cm^2 gemessen. Die angegebenen Werte für Dauerbelastbarkeit gelten für Lebensdauer von mehr als 10^4 Stunden. Ähnlich gute Werte wurden mit einer abgewandelten porenfreien Struktur nach Fig. 4 erzielt, bei welcher ansonsten die gleichen Anteile für die Bestandteile W, Sc_2O_3 oder BaO/SrO vorgesehen wurden wie bei der Struktur nach Fig. 3. Allerdings sind hier W und Sc_2O_3 als Partikel 8 bzw. 9 mit einem mittleren Durchmesser von 10 nm in einer Festkörpermatrix 10 von BaO/SrO eingebettet.

Patentansprüche

1. Kathode mit einem Festkörperelement (4), welches metallische Bestandteile sowie oxidische Bestandteile enthält,

dadurch gekennzeichnet, daß die Struktur der Bestandteile und das Volumenverhältnis v_m der metallischen Bestandteile relativ zum Gesamtvolumen des Festkörperelements derart gewählt sind, daß der spezifische Widerstand ρ einen Wert im Bereich $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$ hat, wobei ρ_0 bzw. ρ_m die bei 20°C bestimmten spezifischen Widerstände der reinen oxidischen Bestandteile bzw. der reinen metallischen Bestandteile sind.

2. Kathode nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß der spezifische Widerstand zwischen $10^3 \Omega \text{ cm}$ und $10^{-3} \Omega \text{ cm}$ beträgt.

3. Kathode nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß der Metallanteil v_m im Bereich von 20 bis 80 Vol.% liegt.

4. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Volumenanteil kleiner als der oxidische ist, und vorzugs-
weise im Bereich von 33-50% liegt.
- 5 5. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Partikel so angeordnet sind, daß - gegebenenfalls über
Tunnelstrecken - Bahnen mit metallischer Leitfähigkeit durch das oxidische Geflecht bestehen.
6. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
10 dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Durchmesser \bar{d} der Partikel (5 bis 9) kleiner als 800 nm,
vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 100 nm und insbesondere im Bereich von 1 bis 20 nm gewählt
ist.
7. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
15 dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, durch welche ein Heizstrom durch das Festkör-
perelement leitbar ist.
8. Kathode nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Anteile und/oder die Partikelgrößen der oxidischen und/oder metalli-
20 schen Bestandteile derart gewählt sind, daß sich der spezifische elektrische Widerstand ρ im Bereich
von der Raumtemperatur bis Betriebstemperatur um weniger als 5%, vorzugsweise um weniger als 1%
ändert.
9. Kathode nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, daß jeder metallische Bestandteil mindestens einen Repräsentant der Gruppe
W, Ni, Mg, Re, Mo, Pt enthält.
10. Kathode nach Anspruch 1 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, daß jeder oxidische Bestandteil mindestens einen Repräsentant der Gruppe
30 BaO, CaO, Al₂O₃, Sc₂O₃, ThO, La₂O₃ enthält.

35

40

45

50

55

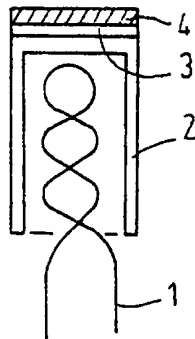


Fig.1

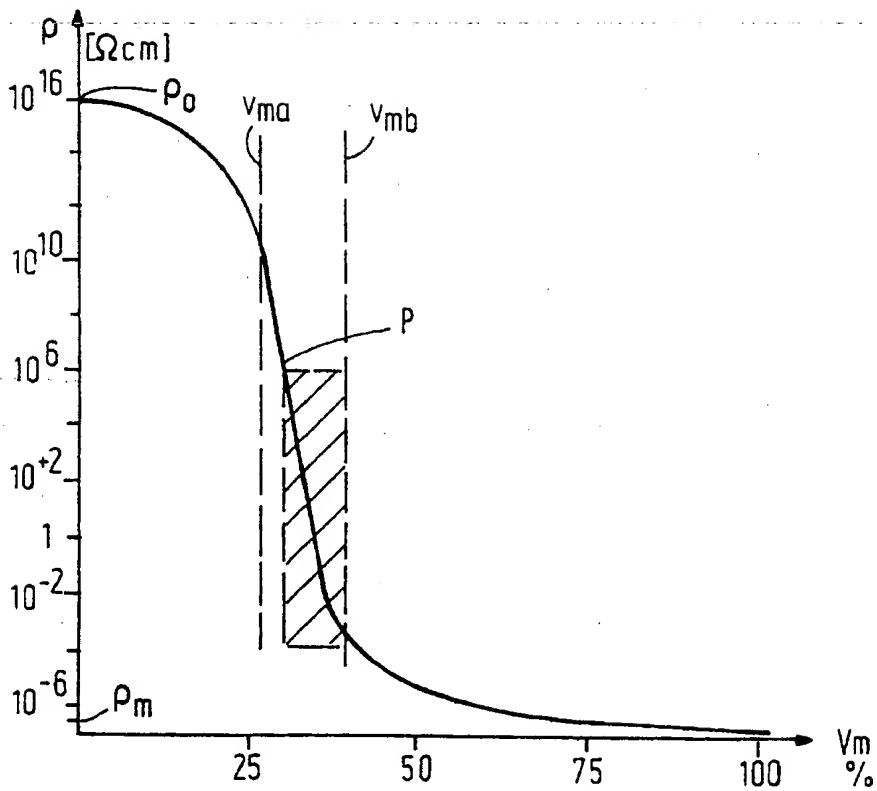


Fig.2

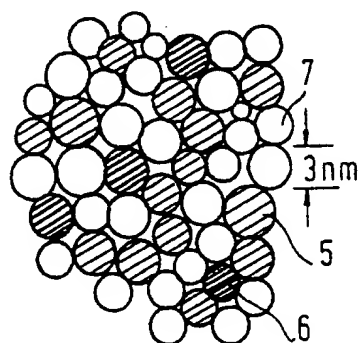


Fig.3

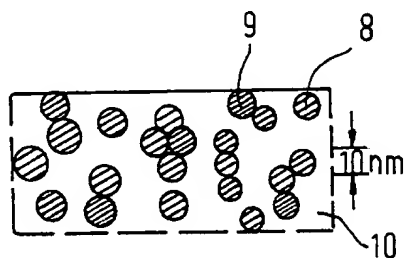


Fig.4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 20 0613

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL.5)
A	US-A-4 369 392 (S.HOTTA ET AL) * Zusammenfassung* * Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 30 * * Tabellen 1,2 * ---	1,2	H01J1/14 H01J1/28
A	RCA REVIEW Bd. 35, Dezember 1974, Seiten 520 - 538 T.N.CHIN ET AL. 'Electronic processes in oxide cathodes' * Seite 526, Absatz 2 - Seite 528, Absatz 1; Tabelle 1 * ---	1	
D,A	ADVANCES IN PHYSICS Bd. XXIV, Nr. 1-6, 1975, LONDON Seiten 407 - 461 B.ABELES ET AL. 'Structural and electrical properties of granular metal films' * Zusammenfassung * * Seite 425, Absatz 2 - Seite 430, Absatz 3 * ---	1	
D,A	EP-A-0 333 369 (VARIAN) * Ansprüche 1,2,8 * -----	1,3,4,9, 10	<div>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. CL.5)</div> H01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchesort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25 MAI 1993	Prüfer DAMAN M.A.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</div> <div>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst aus oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div>			